

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-039310

(43)Date of publication of application : 08.02.2000

(51)Int.CI.

G01B 11/24

G01B 11/00

G01C 3/06

(21)Application number : 10-206864

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 22.07.1998

(72)Inventor : KANO HIROSHI

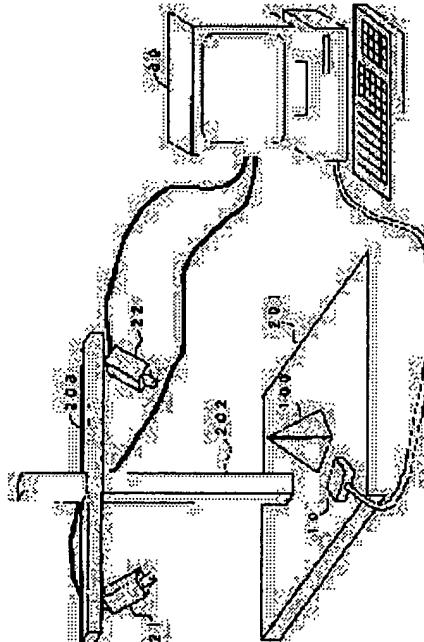
SAIJO ATSUO

## (54) METHOD AND DEVICE FOR MEASURING SHAPE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To measure the shape of an object to be measured with a complex shape by obtaining the coordinates of a measurement point on the object to be measured of a measurement head center coordinates system, and by converting the measurement point on the object to be measured of the measurement head center coordinates system into world coordinates system coordinates based on the position information of a measurement bead obtained by the world coordinates system.

**SOLUTION:** A post 202 is mounted onto a rest 201 where an object 100 to be measured is placed, and a horizontal bar 203 is mounted at the upper part of the post 202. Also, a device is provided with a measurement head 10 that can be freely moved, stereo cameras 21 and 22 that are mounted to both the ends of the horizontal bar 203, and a controlling device 30. Then, the measurement head 10 is used, and a measurement point on the object 100 to be measured of the coordinates system of a measurement head center is obtained. A rotary matrix R for indicating the movement of the measurement head 10 in a world coordinates (X-Z) system, and a translation vector (t) are obtained. Based on the obtained rotary matrix R and the translation vector (t), the coordinates of the measurement point on the object 100 to be measured of the measurement head center coordinates system are converted to the coordinates of the world coordinates system.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 30.07.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-39310

(P2000-39310A)

(43)公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(51)Int.Cl.  
G 0 1 B 11/24  
11/00  
G 0 1 C 3/06

識別記号

F I  
G 0 1 B 11/24  
11/00  
G 0 1 C 3/06

コード(参考)  
C 2 F 0 6 5  
H 2 F 1 1 2  
V

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平10-206864

(22)出願日

平成10年7月22日(1998.7.22)

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 蚊野 浩

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(72)発明者 西條 淳夫

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(74)代理人 100086391

弁理士 香山 秀幸

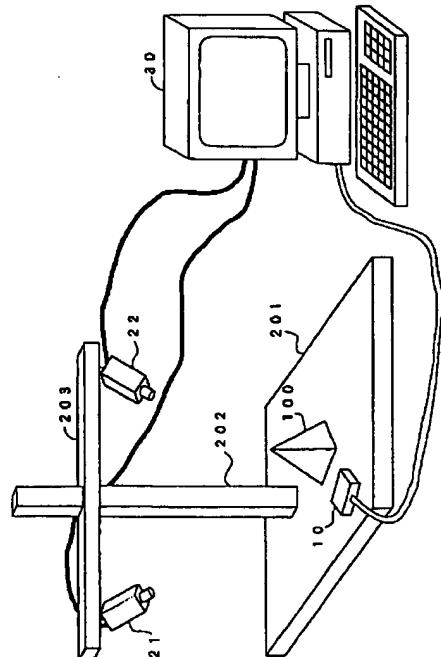
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 形状測定方法および形状測定装置

(57)【要約】

【課題】 この発明は、特別な走査メカニズムを用いることなく自由度の高い走査を実現でき、複雑な形状をもつ被測定物の形状を測定できるようになる形状測定装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 測定者によって自由に移動せしめられる測定ヘッドを用いて、測定ヘッド中心の座標系における被測定物上の測定点の座標を求める第1ステップ、ワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報を求める第2ステップ、および第2ステップで求めたワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報に基づいて、第1ステップで求めた測定ヘッド中心の座標系における被測定物上の測定点の座標を、ワールド座標系の座標に変換する第3ステップを備えている。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】測定者によって自由に移動せしめられる測定ヘッドを用いて、測定ヘッド中心の座標系における被測定物上の測定点の座標を求める第1ステップ、ワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報を求める第2ステップ、および第2ステップで求めたワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報に基づいて、第1ステップで求めた測定ヘッド中心の座標系における被測定物上の測定点の座標を、ワールド座標系の座標に変換する第3ステップ、を備えている形状測定方法。

【請求項2】測定ヘッドは、能動的なステレオ計測方法によって被測定物上の測定点の位置を測定するものである請求項1に記載の形状測定方法。

【請求項3】第2ステップでは、所定位置に固定された1または複数のビデオカメラによって測定ヘッドが撮像され、その撮像画像に基づいてワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報が求められることを特徴とする請求項1および2のいずれかに記載の形状測定方法。

【請求項4】第2ステップでは、測定ヘッドに取り付けられたビデオカメラによって所定位置に固定された所定のパターンが撮像され、その撮像画像に基づいてワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報が求められることを特徴とする請求項1および2のいずれかに記載の形状測定方法。

【請求項5】ワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報が、ワールド座標系における測定ヘッドの移動を表す回転ベクトルおよび並進ベクトルである請求項1、2、3および4のいずれかに記載の形状測定方法。

【請求項6】測定者によって自由に移動せしめられる測定ヘッドを用いて測定ヘッド中心の座標系における被測定物上の測定点の座標を求める測定点座標算出手段、ワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報を求めるための測定ヘッド位置測定手段、および測定ヘッド位置測定手段によって求められた測定ヘッドの位置に関する情報に基づいて、測定点座標算出手段によって求められた測定ヘッド中心の座標系における被測定物上の測定点の座標を、ワールド座標系の座標に変換する座標変換手段、を備えている形状測定装置。

【請求項7】測定ヘッドは、能動的なステレオ計測方法によって被測定物上の測定点の位置を測定するものである請求項6に記載の形状測定装置。

【請求項8】測定ヘッド位置測定手段は、所定位置に固定されかつ測定ヘッドを撮像するための1または複数のビデオカメラと、ビデオカメラによって撮像された画像に基づいてワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報を求める手段とを備えている請求項6および7

のいずれかに記載の形状測定装置。

【請求項9】測定ヘッド位置測定手段は、測定ヘッドに取り付けられかつ所定位置に固定された所定のパターンを撮像するためのビデオカメラと、ビデオカメラによって撮像された画像に基づいてワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報を求める手段とを備えている請求項6および7のいずれかに記載の形状測定装置。

【請求項10】ワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報が、ワールド座標系における測定ヘッドの移動を表す回転ベクトルおよび並進ベクトルである請求項6、7、8および9のいずれかに記載の形状測定装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、形状測定装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】従来から、スポット光またはスリット光を被測定物に照射し、表面に観察される光像の位置から形状を復元する能動ステレオ型の形状測定装置が知られている。

【0003】能動ステレオ型の形状測定装置として、スリット光を回転ミラーによって走査させるものがある。このような走査メカニズムを備えた形状測定装置では、測定器から観察される被測定物の表面の形状を測定することができるが、被測定物全体の形状を測定することができない。

【0004】これに対して、被測定物全体の形状を測定するために、回転ステージを利用し、被測定物を360度の全周囲から観察するようにした能動ステレオ型の形状測定装置が開発されている。しかしながら、被測定物が複雑な形状である場合には、回転ステージを用いても観察できない領域が存在するため、被測定物全体の形状を測定できない。

**【0005】**

【発明が解決しようとする課題】従来の能動ステレオ型形状測定装置の問題点は走査メカニズムにある。回転ステージ、回転ミラー等の走査メカニズムは自由度が少なく、複雑な形状をもつ被測定物に対して、その表面を十分に観察することができない。走査の自由度を増すことにより、より複雑な形状の測定を可能にする必要がある。

【0006】一方、自由度の高い走査メカニズムを、メカニカルステージまたはロボットアームで実現しようとすると、装置が高価となるとともに、調整の複雑さを招き易い。

【0007】この発明は、特別な走査メカニズムを用いることなく自由度の高い走査を実現でき、複雑な形状をもつ被測定物の形状を測定できるようになる形状測定装置を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】この発明による形状測定方法は、測定者によって自由に移動せしめられる測定ヘッドを用いて、測定ヘッド中心の座標系における被測定物上の測定点の座標を求める第1ステップ、ワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報を求める第2ステップ、および第2ステップで求めたワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報に基づいて、第1ステップで求めた測定ヘッド中心の座標系における被測定物上の測定点の座標を、ワールド座標系の座標に変換する第3ステップを備えていることを特徴とする。

【0009】測定ヘッドとしては、たとえば、能動的なステレオ計測方法によって被測定物上の測定点の位置を測定するものが用いられる。

【0010】第2ステップでは、たとえば、所定位置に固定された1または複数のビデオカメラによって測定ヘッドが撮像され、その撮像画像に基づいてワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報を求められる。

【0011】第2ステップでは、たとえば、測定ヘッドに取り付けられたビデオカメラによって所定位置に固定された所定のパターンが撮像され、その撮像画像に基づいてワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報を求められる。

【0012】ワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報は、たとえば、ワールド座標系における測定ヘッドの移動を表す回転ベクトルおよび並進ベクトルである。

【0013】この発明による形状測定装置は、測定者によって自由に移動せしめられる測定ヘッド、測定ヘッドを用いて測定ヘッド中心の座標系における被測定物上の測定点の座標を求める測定点座標算出手段、ワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報を求めるための測定ヘッド位置測定手段、および測定ヘッド位置測定手段によって求められた測定ヘッドの位置に関する情報に基づいて、測定点座標算出手段によって求められた測定ヘッド中心の座標系における被測定物上の測定点の座標を、ワールド座標系の座標に変換する座標変換手段を備えていることを特徴とする。

【0014】測定ヘッドとしては、たとえば、能動的なステレオ計測方法によって被測定物上の測定点の位置を測定するものが用いられる。

【0015】測定ヘッド位置測定手段としては、たとえば、所定位置に固定されかつ測定ヘッドを撮像するための1または複数のビデオカメラと、ビデオカメラによって撮像された画像に基づいてワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報を求める手段とを備えているものが用いられる。

【0016】測定ヘッド位置測定手段としては、たとえば、測定ヘッドに取り付けられかつ所定位置に固定された所定のパターンを撮像するためのビデオカメラと、ビ

デオカメラによって撮像された画像に基づいてワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報を求める手段とを備えているものが用いられる。

【0017】ワールド座標系での測定ヘッドの位置に関する情報は、たとえば、ワールド座標系における測定ヘッドの移動を表す回転ベクトルおよび並進ベクトルである。

## 【0018】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態について説明する。

## 【0019】〔1〕測定原理についての説明

【0020】図1は、形状測定装置の構成を示している。被測定物100は、台201上に載せられている。台201には、支柱202が取り付けられている。支柱202の上部には、水平バー203が取り付けられている。

【0021】形状測定装置は、測定者によって自由に移動せしめられる測定ヘッド10と、水平バー203の両端部に取り付けられたステレオカメラ21、22と、それらの制御、各種演算等を行うパーソナルコンピュータからなる制御装置30とを備えている。

【0022】図2および図3は、測定ヘッド10の構造を示している。測定ヘッド10は、直方体状で前方開口のケーシング11と、ケーシング11内に収納された1台のCCDカメラ12およびスリット光源13と、ケーシング11の上面に設けられた6つのLED光源14とからなる。スリット光源13としては、半導体レーザが用いられている。

【0023】図4は、測定原理を示している。測定者によって自由に移動せしめられる測定ヘッド10を用いてある測定点Aの座標を計測する。測定された座標を測定ヘッド中心の座標系(x, y, z)で表す。この座標系は、測定ヘッド10の移動とともに移動する座標系である。

【0024】一方、被測定物100の形状は、固定した座標系で表され、この座標系をワールド座標と呼ぶ。測定ヘッド10によって計測された測定点Aのワールド座標を(X, Y, Z)とする。被測定物の形状はワールド座標系で記述する必要があるので、測定ヘッド10によって計測された測定点Aの測定ヘッド中心の座標(x, y, z)を、ワールド座標(X, Y, Z)に変換する。この変換は、測定ヘッド10の移動を表す回転行列Rと並進ベクトルtとを用いて、次の式に基づいて行われる。

## 【0025】

## 【数1】

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = R \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} + t$$

【0026】したがって、ワールド座標系における測定ヘッド10の位置と方向とを、回転行列Rと並進ベクトルtとして求めることで、測定ヘッド中心の座標(x, y, z)を、ワールド座標(X, Y, Z)に変換することができる。

【0027】測定ヘッド10を被測定物100の周囲で移動させながら、上記の処理を行い、その都度得られる(X, Y, Z)の集合として、被測定物100の形状を記述する。

【0028】この形状測定装置による形状測定は、次のような処理手順によって実行される。

【0029】第1ステップ：測定ヘッド10を用いて、測定ヘッド中心の座標系における被測定物上の測定点の座標を求める。

【0030】第2ステップ：ワールド座標系での測定ヘッド10の位置に関する情報、すなわち、ワールド座標系での測定ヘッド10の移動を表す回転行列Rと並進ベクトルtとを求める。

【0031】第3ステップ：第2ステップで得られた回転行列Rと並進ベクトルtとにに基づいて、第1ステップで求めた測定ヘッド中心の座標系における被測定物上の測定点の座標を、ワールド座標系の座標に変換する。

【0032】以下、これらの各ステップについて、説明する。

【0033】〔2〕第1ステップについての説明

【0034】図5は、測定ヘッド10による測定点の位置測定方法を示している。測定ヘッド中心の座標系とは、CCDカメラ12の光学中心を原点とし、光軸方向をz軸、CCDカメラ12の水平方向をx軸、CCDカメラ12の垂直方向をy軸とする座標系である。CCDカメラ12の画像面Sは、原点から焦点距離fの位置に存在する。つまり、画像面Sは、x-y平面に平行でかつz=fである平面である。

【0035】測定ヘッド10による位置計測方法自体は、光切断法と呼ばれる公知の測定方法である。被測定物100の表面上におけるスリット光源13からのスリット光が照射されている線上の所定の点を測定点Aということにする。

【0036】測定点Aの測定ヘッド中心の座標を(x, y, z)とし、画像面S上で測定点Aに対応する観察点A'の座標を(x\_s, y\_s, f)とし、スリット光を

$$\min \sum_i (X'_i - X_i)^2 + (Y'_i - Y_i)^2 + (Z'_i - Z_i)^2$$

here

$$\begin{pmatrix} X'_i \\ Y'_i \\ Z'_i \end{pmatrix} = R \cdot \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{pmatrix} + t$$

【0044】〔4〕第3ステップについての説明

表す平面の方程式をax+by+cz+d=0とする。観察点A'の座標(x\_s, y\_s, f)におけるfは、カメラ12の焦点距離として既知であり、(x\_s, y\_s)は画像面で観察されるスリット光の画素位置から求められる。

【0037】スリット光を表す平面の方程式は測定ヘッド10の校正によって予め求められている。したがって、x, y, z, aを未知数とする次の式で表される連立方程式を解くことにより、(x, y, z)が求められる。

【0038】

【数2】

$$ax + by + cz + d = 0$$

$$x = \alpha \cdot x_s$$

$$y = \alpha \cdot y_s$$

$$z = \alpha \cdot f$$

【0039】このような処理は、CCDカメラ12の出力に基づいて、制御装置30によって行われる。

【0040】〔3〕第2ステップについての説明

【0041】第2ステップでは、まず、測定ヘッド10に設けられた各LED光源14のワールド座標がステレオカメラ21、22によって測定される。この位置測定方法は、ステレオ法としてよく知られているので、その説明を省略する。各LED光源14のワールド座標の算出は、ステレオカメラ21、22の出力に基づいて、制御装置30によって行われる。

【0042】次に、測定ヘッド10の移動を表す回転行列Rと並進ベクトルtが求められる。つまり、予め分かっている各LED光源14の測定ヘッド中心の座標を(x\_i, y\_i, z\_i)とする。ただし、iは、1, 2 … 6である。また、ステレオカメラ21、22によって計測された各LED光源14のワールド座標を(X\_i, Y\_i, Z\_i)とする。測定ヘッド10の移動を表す回転行列Rと並進ベクトルtは、次の式を満足する行列Rとベクトルtとして求められる。回転行列Rと並進ベクトルtの算出は、制御装置30によって行われる。

【0043】

【数3】

【0045】第2ステップで求められた回転行列Rと並

並ベクトル $t$ と、上記式1とを用いて、測定ヘッド10によって測定された測定点の測定ヘッド中心の座標( $x, y, z$ )が、ワールド座標(X, Y, Z)に変換されることにより、測定点のワールド座標が求められる。この座標変換も制御装置30によって行われる。

【0046】なお、測定ヘッド10の移動を表す回転行列Rと並進ベクトルtを求めるためには、LED光源14の必要最低数は3個(3点で平面が決まる)であるが、精度を高めるために、ここでは6つ設けられている。

【0047】測定ヘッドとしては、能動的なステレオ計測方法によって被測定物上の測定点の位置を測定するものであれば、上記実施の形態と異なるものであってもよい。例えば、スリット光源の代わりに、スポット光を照射するスポット光源を用いてもよい。また、2台のCCDカメラによって測定点の位置(測定ヘッド中心の座標)を計測するようにしてもよい。

【0048】上記実施の形態では、ワールド座標系における測定ヘッド10の移動を表す回転ベクトルRおよび並進ベクトルtを求めるために、2台のカメラ(ステレオカメラ)21、22によって各LED光源14を撮像し、この撮像画像に基づいて各LED光源14のワールド座標を算出しているが、1台のカメラによって各LED光源14を撮像し、この撮像画像に基づいて各LED光源14のワールド座標を算出するようにしてもよい。

【0049】さらに、台201上等に所定のパターンを有するシートを固定しておき、測定ヘッドにこのシートを撮像するためのカメラを取付け、このカメラの撮像画像に基づいてワールド座標系における測定ヘッド10の移動を表す回転ベクトルRおよび並進ベクトルtを求めるようにしてもよい。

【0050】

【発明の効果】この発明によれば、特別な走査メカニズムを用いることなく自由度の高い走査を実現でき、複雑な形状をもつ被測定物の形状を測定できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】形状測定装置の構成を示す模式図である。

【図2】測定ヘッドを示す平面図である。

【図3】測定ヘッドを示す正面図である。

【図4】測定原理を説明するための説明図である。

【図5】測定ヘッドによる測定点の位置測定方法を説明するための説明図である。

【符号の説明】

10 測定ヘッド

11 ケーシング

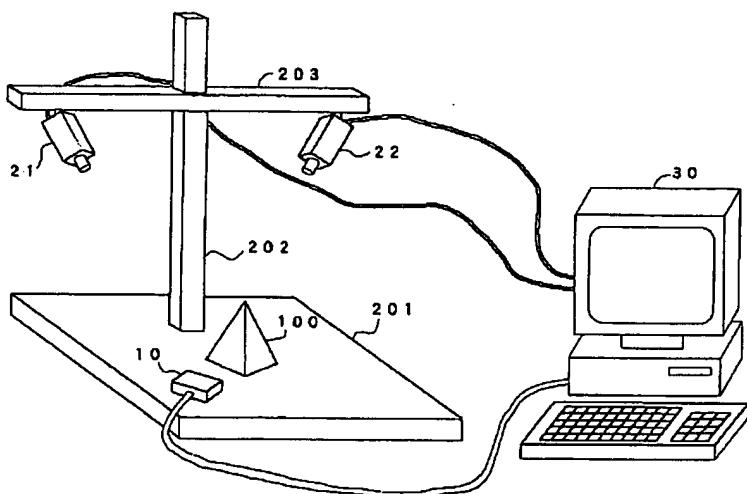
12 CCDカメラ

13 スリット光源

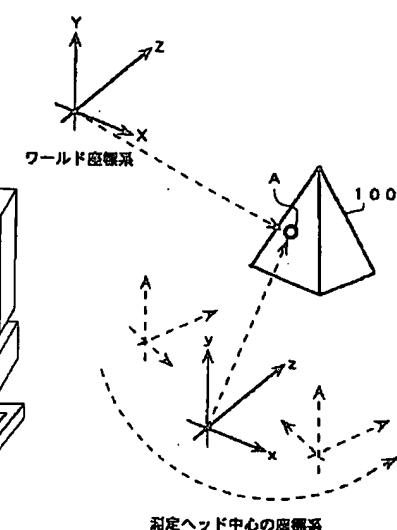
14 LED光源

21、22 カメラ

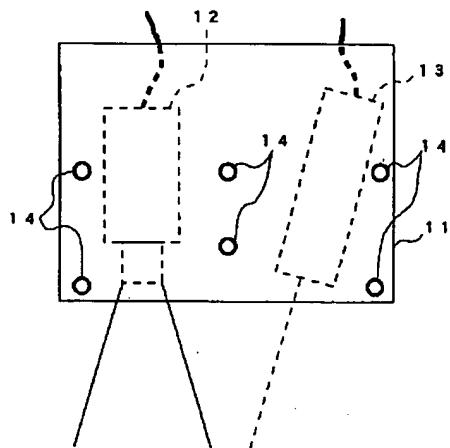
【図1】



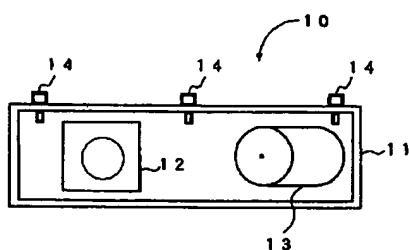
【図4】



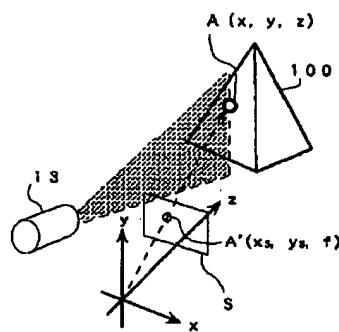
【図2】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F065 AA04 AA53 DD00 FF01 FF05

GG06 GG07 GG09 HH04 HH05

JJ03 JJ05 JJ13 JJ26 MM13

MM23 PP03 PP22 UU05 UU06

2F112 AC02 AC03 AC06 BA09 CA08

図 8 合成映像例

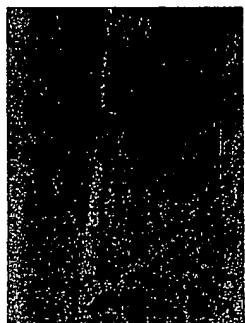


図 8 合成映像例

かりやすく見られるようになった。この装置は、長野オリンピックにおいて、男子 500 m と女子 500 m のスピードスケート競技に使用された。朝のニュースで、その映像を放送に出すことができ、好評を得た。今後は、他のスポーツ競技への応用や、さらに新しい映像表現への展開を図っていく予定である。

最後に、NHK 放送技術局、技術局、NHK エンジニアリングサービス、(株)応用計測研究所はじめ、本システムの開発に携わった多くの関係者の方々に深く感謝いたします。

(1998 年 12 月 9 日受付)

#### 参考文献

- 1) 玄, ほか: 体操選手のフォーム・動画表示システム—マルチモーション映像による競技分析, 51-11, 1881/1887 (1997)
- 2) Y. Yamamoto, et al.: Real time Locus Indication System for Flying Golf Ball, SME'97, 104-9, 60/609 (1995)
- 3) D. Kato, et al.: Detecting method of subjects 3D positions and experimental advanced camera control system, SPIE, 30-18, 65/74 (1997)
- 4) 石川, ほか: 伝感技術システムにおけるマスター・レーブ装置, カメラの動特性, 映像学会年次大会予稿集, 422/423 (1998)
- 5) 加藤, ほか: 多機能ロボットカメラの開発, SICE'98 予稿集, 625/626 (1998)
- 6) 土生, ほか: 伝感技術システム, 放送技術, 51-9, 70/73 (1998)

#### [著者紹介]

加藤 大一郎君  
1960 年 10 月 2 日生。83 年千葉大学工学部機械工学科卒業。同年 NHK 入局。以来、放送技術研究所にて、放送用 VTR、VDR など記録機器の開発に従事。85 アンナ・船橋監修、リモートコントロールカメラ、知的ロボットカメラシステムアンド、機械制御系の研究に従事。映像情報メディア学会、日本ロボット学会の会員。

#### 6. あとがき

スポーツ中盤における、新しい映像表現技術の 1 つとして、「仮想対決システム」を開発した。これまでタイム差で 2 つの入力映像を比較してレベルの高い値を出力でき、選手によるベース配分の違いや差別の相違などがわ

かりやすく見られるようになった。この装置は、長野オリンピックにおいて、男子 500 m と女子 500 m のスピードスケート競技に使用された。朝のニュースで、その映像を放送に出すことができ、好評を得た。今後は、他のスポーツ競技への応用や、さらに新しい映像表現への展開を図っていく予定である。

最後に、NHK 放送技術局、技術局、NHK エンジニアリングサービス、(株)応用計測研究所はじめ、本システムの開発に携わった多くの関係者の方々に深く感謝いたします。

#### 1.はじめに

スポーツ用具開発はまだ経験や勘で作られる場合も多いが、近年発達した工業技術を利用しての開発の割合も徐々に増加しつつある。しかし安価な雑貨でありながら、物と人を複合した研究が必要。結果として要求される技術レベルが高いため研究のコストパフォーマンスが悪いのが悩みである。

#### 2. 設備

スポーツ用具の開発は商品の機能評価評価、使用中の用具の挙動、用具を使う人の運動など多くの計測が必要であり、自社で計測するため以下ののような設備がある。動作分析装置、床反力計、加速度・変位・荷重・磁波・筋放電・温度・湿度などの計測システム、さらに計測装置の設置を配慮した 1 周 350 m 実験用走路（一部が実験室を

通過する）や体育館、人工気象室などを保有している。しかし人間中心の計測用金としては従来の工業計測装置では、筋肉の計測にかんして難音対策に不備がある。信号・電源ケーブルなどの取り回しで人の自由な動きが制限され、個々の計測装置は他と連携を考慮してないなど不満点も多い。体に装着し長時間計測可能な小型シグナルデータロガーなどは当社の特注装置が商品化された例もある。図 1 は標準的な計測の例である。

#### 3. 商品の機能評価

靴の衝撃吸収性評価を例に説明する。着地衝撃の衝撃特性を評価する方法は文献などで靴を着用して運動し、着地の際の床反力や脚部に固定した加速度計の衝撃波形が記録される。一方、被測定材に加速度計（ロードセル）をつけた剛体を落下面突させ加速度（衝撃）ビーグ値で評価する方法が規定されている。しかし靴の評価のために人体の代替物である落下面重量の重量、衝突速度、接地面積、粘弹性係数などの諸条件設定が必要である。そのため高速度映像や床反力計などを用いて着地動作を計測し、条件設定を行った。しかし人の粘弹性を模擬的にはどのように表現するかなど簡単ではなく、現時点では人の感覚との対応には問題が残っている。

さらに衝撃耐性に優れる材料とは、着地の衝撃力の減衰だけではなく、生体軟部組織で吸収されにくく、骨に伝達される低周波振動成分の減衰能が問われていることが分かってきた。しかし現行の評価法を確立するには至っていない。図 2 は実験。

#### 4. 三次元形態計測 ← Section 4

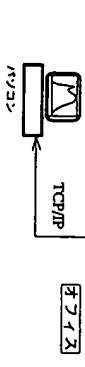
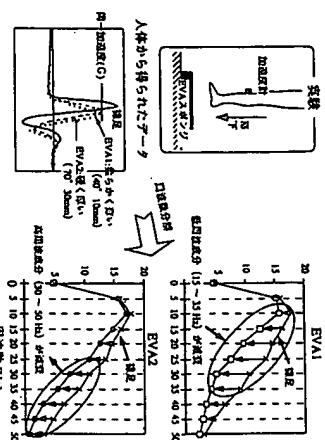


図 1 計測システム例

\* (株)ソニースタジオ・ソニーテクノロジー、神戸市垂水区垂水台 6-2-1  
＊E-mail: tukuma@sonystudio.co.jp  
キーワード：スポーツシューズ (athletics shoes), スポーツ用具 (sporting Equipment), 運動計測 (biomechanical measurement)  
URL: http://www.sony.co.jp/sstech

## る計測システム

人体を用いた衝撃加速度の測定



國語

3.

... 1.1 ハイブリッドモデル  
初期は被選定物にマーキングし、8ミリや16ミリ高速度カメラで撮影、結果をスクリーンに投影し人間がマークの座標を読み取り2次元分析をおこなう程度であった。1987年夏には複数のカメラを用いた3次元分析は技術的には可能ではあったが時間がかかりすぎるため実施する機会は少なかつた。

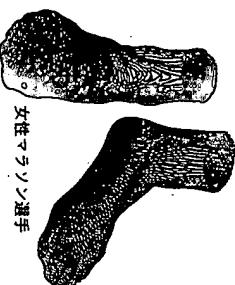


図3 足の3次元形態計測例

1987年ナックの高密度VTRが導入されフィルムと比

1987年ナックの高速度VTRが導入され、フィルムと比較するところ分解能の粗さという欠点はあったが、現象学なくよいという即時性や速いランニングコストから多用されようになつた。画像信号や電気信号とともに自動処理も可能になつた。その場合、選択ポイントも反射マーク（3Mのスコッチライトなど）を用いて精度をあげるなど改良された。撮影した画像は発達してきたパソコン（シャープのX-1）に転送し、背景との密度信号の差を利用してマーク座標直の自動抽出システムを開発した。しかし被写体のカメラを用いた三次元位置測定システムについては、やはり開発がされたままでいる（1992年）で対応した。

また画面情報を（身体運動分析装置技術）は床反力や加速度信号、筋放電信号などとの同期装置も必要で、当初から自作や特注で対応してきた。

動作分析は商品機能の評価以外にスポーツ障害の予防・治療の研究にも役立っている。解剖学的欠陥(たとえば扁

平足など)により不必要的下肢の運動(アーチの底下や下脛の内旋など)が発生し過度なストレスが特定の組織に作用し、障害(外反母趾や膝の痛み)を誘発する。障害の治療・予防用靴の構造選択の目的で、靴構造と下肢の運動的負担とのような関係があるのか、下肢の3次元的な運動解析を利用して研究している。図4は靴の構造を変えた場合の下腿や足部の関節運動の変化を捉えたもので、靴の構造が下肢の運動を支配し、ひいては様々な障害の発生や防止と関係が深いことを示す例である<sup>1)</sup>。

拾尾机脚錄

による多重露光ビデオ静止画によって運動解析を行う。本装置

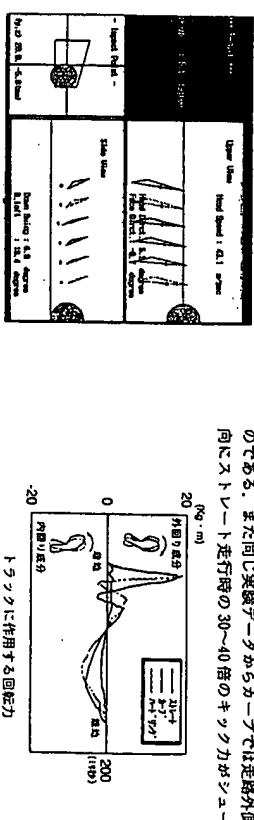
位を用いることにより、駆除パットやゴルフクラブの反発分布、逆にボールの反角、クラブヘッドの運動軌跡など直観的評価はゴルファーの打撃時の分析などが可能になる。ゴルファーの打撃分析では打撃後のファイードバック時間と距離するための処理速度が課題でマーカーのセント方法、アルゴリズムの一部は特許申請中である。  
信号処理は以下の手順で行われる。

2台のカメラで空間座標既知の15個のコントロールボイント撮影→任意のカメラ位置で撮影した2枚の映像中の

卷之三

計には有限要素法を使ったシミュレーションが効果的な手段であり 1987年頃から導入を開始し現在では日常的な解析が可能になった(1)。

という予想以上の回転力がショーチを通してトラックに作用していることが判明した(図6参照)。さらに選手が使用中のスパイクシューズを詳細に観察すると、中央部分のプラスチックソールが折れ曲がるような変形(面内変形)を示す跡路(折れしわ)が見られた。鋭いスタートダッシュやカーブでの大きな回転力を耐えるためのプラスチックソールの剛性が不足し、アーチ部が変形してしまっていた

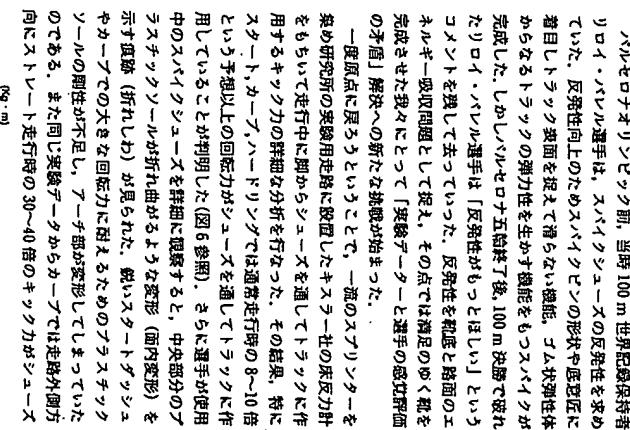


## 図6 トランクに作用する回転力

方向など)を知るには実験(計測)技術が不可欠である。

当社の場合はスポーツ・リース研究のための各種材料試験装置や競技中の身体や用具に働く応力、振動、荷重、ひずみ、それらと同期した2次元、3次元の画像解析などに関する実験装置や試験技術の蓄積が重要な条件で早期に開発することによって現在の技術でも困難な場合も多く、小型安価といえるスポーツ用品の特徴を生かし、既存商品の弱点に対する

応答の計測を繰り返し、そのデータからシミュレーション精度の向上を図るケースも多い。



宣ドミトリエト書行暦の30~40巻のまとめ



図7 新開発上スパイクシュー

ている。もうひとつの課題として、現在の人の被験者に代えてコンピュータ内に作成した人体モデル(CADマネキンなどと呼ばれている)を使用した商品の評価を試みている。そのモデル作成のために様々な人体特性データが必要であるが既存のデータは少なく、そのため計測技術の開発、データベースの作成なども今後の産業界全体の課題であると考えている。

(1995年1月8日受付)

\*ミズノ株式会社 大阪本社企画開発部 12-3-3  
〒542-0026 大阪市淀川区西中島  
E-mail: yukihiko.suzuki@mizuno.co.jp

キーワード：ゴルフ (golf), スポーツ用具 (sport equipment), 特性 (partic properties), バイオメカニクス (biomechanics), 計測法 (optimum control theory),

JEL: C030/C032/C033/C034/C035

## 参考文献

- 1) T. E. Clarke tit. Biomechanical measurement of running shoe cushioning properties. Biomechanical aspects of sport shoes and playing surfaces, 29/33, 1983, etc.
- 2) 福岡正信: シューズ機能の評価方法. 日本歯科学会誌, 95-98, 984/988, (1992).
- 3) 西川剛也: 着地面積におけるシュークリーリングの強度特性シミュレーション. スポーツ工学シンポジウム講演論文集, 9/12, (1993).
- 4) 中谷公一: 福岡正信他. 走行時の下肢の運動分析-膝屈筋筋膜筋群について. 運動生物学, 6(9期), 427/431, (1989).
- 5) 中谷公一: リンクモデルを用いた足筋肉の運動分析. 足筋肉の運動分析. 第10回日本筋膜学会ハイオーディエンシニアリング講演会, (1997).
- 6) 中谷公一: シューズの特性評価を目的とした下肢の数値モデルの提案. スポーツ工学シンポジウム講演論文集, 1/20, (1998).
- 7) 中谷公一: リンクモデルによる足筋肉運動分析. スポーツ工学シンポジウム講演論文集, 3/20, (1998).
- 8) 西川剛也ほか: シューズクリーリングの力学的特性シミュレーション. スポーツ工学シンポジウム講演論文集, (No. 97-34), 63/67, (1997).
- 9) 橋本真志ほか: 有限要素法を用いたスパイクシューの突き上げ評価法. スポーツ工学シンポジウム講演論文集, 9/40-59, 9/1/94, 1994.
- 10) 橋本真志ほか: 膝上スパイク設計へのCAEの適用. スポーツ工学シンポジウム講演論文集, 13/16, (1995).
- 11) 西川剛也ほか: パットの力学的特性が反応時間に及ぼす影響. スポーツ医学研究, 5-2, 19/24, (1995).
- 12) 高木義典: 遠く走るために地上スパイクはどうあるべきか. 第36回日本ME学会論文集, 138 (1997).

## 8. おわりに

本稿では各種の計測技術が商品の評価や開発に活用されていることを紹介した。しかし優れた商品とは単純な機械的特性だけでなく、人の特性との組み合わせ、外的条件、心理状態などと一体となって決まるものであり、正しく評価することは非常に難しい。そのため複数の刺激(風など)を用具を使用するなどの応答を非侵襲的に計測するシステムの開発が課題であると考えている。

## 2. ゴルフスイングのモーティング

ゴルフクラブの個性特性がスイングによってどのように現れるかを理解するために、リソクメントモデルを用いる。実際のゴルフスイングは3次元的運動であるが、スイング中クラブ頭部の運動方法などを研究し、商品開発に役立つ。そこで、ゴルフスイングの力学的特性に及ぼす影響、スイングの効率化等の問題を解説する。また、ゴルフスイングの力学的特性を理解するため、ゴルフスイングがどのように扱われていくべきかを展望する。

## 3. ゴルフスイングの計測

解析に先立ち、実際のゴルフスイングデータを収集しなくてはならない。2次元モデルで解析するとしても、その運動軌跡平面をあらかじめ知ることは困難であるので、3次元的運動情報を収集する方が実現的である。3次元運動情報の収集手段は現在ではさまざまな方法が考案されるが、ここではビデオ映像によるDLT(Direct Linear Transformation)法<sup>1)</sup>を用いる。DLT法では空間座標(x, y, z)と映像座標(u<sub>x</sub>, u<sub>y</sub>)との関係が:

$$u_x = \frac{A_1 + A_2 x + A_3 y + A_4 z}{C_1 + C_2 x + C_3 y + C_4 z}$$

$$u_y = \frac{B_1 + B_2 x + B_3 y + B_4 z}{C_1 + C_2 x + C_3 y + C_4 z}$$

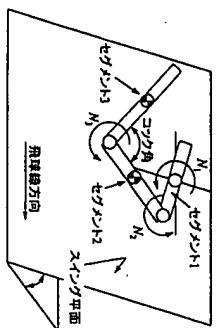


図1 ゴルフスイング解析モデル

となることを利用して、あらかじめ座標原点の点を2台以上のカメラで撮影しておき、実空間座標系からそれまでのカメラの映像座標系への座標変換を求めておき、計測段階では、得られた映像座標からなる正規方程式を解くことにより、実空間座標を再構築する。図2は実際のゴルフスイングの3次元運動データをステップ図で表示したものである。

こうして得られた3次元座標データから、解析対象とするセグメントの運動拘束平面を最小2乗法等により求め、解析モデルの状態量を時間関数として同定する。

Reference No. NCA1001035

Dispatch No. : 127302

Date Mailed: April 23, 2002

### Notice of Rejection

Patent Application No. : JP 2000-112983

Date of Preparation of This Notice : April 19, 2002

Patent Office Examiner : Yuji Fukuda 9109 2S00

Attorney for the Applicant : Tadamasa Shibano

Provision Applied : Article 29, Subsection (2)

The subject application is rejected for the reasons described below.

If there are any opinions about it, arguments can be submitted within sixty days from the mailing date of this notice.

### Reasons

The invention related to the claim(s) identified below could easily have been made, prior to the filing of the subject application, by a person with ordinary skill in the art to which the invention pertain, on the basis of the invention(s) described in the publication(s) listed below, which had been distributed in Japan or elsewhere prior to the filing of the subject application. Therefore, a patent is not granted to the claimed invention under Article 29, subsection (2) of the Patent Law.

### Note

[With respect to the inventions recited in claims 1-6]

Cited Reference 1: J P 1 1 - 0 8 3 4 5 2 A

Cited Reference 2: J P 5 8 - 2 0 6 9 0 9 A

Cited Reference 3: J P 0 9 - 1 2 8 5 4 9 A

Cited Reference 4: J P 0 9 - 0 1 4 9 3 0 A

[Remarks]

In the shape measuring method using the coordinates transforming means as recited in the cited reference 1 (in particular, see the paragraph [0024]), the scanning means of the measuring head can be changed depending on an object to be measured, and as such this is a matter of design. Therefore, there is no difficulty in modifying the scanning means to have the measuring head move along the circular rail.

In addition, detecting the position of the measuring head from images is the known art as recited in the cited reference 3. It is only replacement of equivalent means to substitute the known art for the head position detecting means in the invention of the cited reference 1. In addition, it is a matter of design to make the head and the head position detecting means separable from each other, since the two means function independently.

Furthermore, the shape of a foot is exemplified as an object to be measured in the cited reference 4, and as such it is the known art.

---

Record of Prior Art Search

- Field of Search : IPC 7th edition G01B 11/24
- Prior Art : JP 08-132373 A

This record of prior art search does not provide grounds for rejection.

---

If you have any questions about this Notice of Rejection or request an interview, please contact the following:

First Patent Examination Division

Mensuration (Distance and Electric Measurement)

Yuji Fukuda

Tel: 03(3581)1101 Extention No. 3256

Fax: 03(3501)0604

## 拒絶理由通知書

期限：6月22日

特許出願の番号	特願2000-112983
起案日	平成14年 4月19日
特許庁審査官	福田 裕司 9109 2S00
特許出願人代理人	芝野 正雅 様
適用条文	第29条第2項

この出願は、次の理由によって拒絶をすべきものである。これについて意見があれば、この通知書の発送の日から60日以内に意見書を提出して下さい。

## 理由

この出願の下記の請求項に係る発明は、その出願前日本国内又は外国において頒布された下記の刊行物に記載された発明に基いて、その出願前にその発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者が容易に発明をすることができたものであるから、特許法第29条第2項の規定により特許を受けることができない。

## 記

## 請求項1-6に係る発明について

- ・特開平11-083452号公報（引用例1）
- ・特開昭58-206909号公報（引用例2）
- ・特開平09-128549号公報（引用例3）
- ・特開平09-014930号公報（引用例4）

## [備考]

引用例1（特に段落番号[0024]参照）に記載された座標変換手段を利用した形状測定方法において、測定ヘッドの走査手段は、被測定対象に応じ適宜変更する設計事項であり、用は例2の如く環状レールにそって移動するよう変更することにも何ら困難性はない。

なお、走査ヘッドの位置を画像により検出することは、引用例3に記載された周知技術であり、引用例1記載の発明において、ヘッド位置検出手段を係る周知技術に置き換えることは均等手段の置換に過ぎず、またヘッド位置検出手段とヘッドとは独立に機能するものであるから両者を着脱可能とすることも当業者が適宜なし得る設計変更に過ぎない。

さらに、被測定対象として、足の形状を例示したものも引用例4にて公知なものである。



発送番号 127302  
発送日 平成14年 4月23日 2 / 2

先行技術文献調査結果の記録

- ・調査した分野 IPC第7版  
G01B11/24
- ・先行技術文献  
特開平08-132373号公報

この先行技術文献調査結果の記録は、拒絶理由を構成するものではない。

この拒絶理由通知書について問い合わせがあるとき、または、この出願について面接を希望されるときは、ご連絡下さい。

連絡先 審査第一部 計測（距離・電気測定） 福田 裕司  
TEL 03-3581-1101 内線3256  
FAX 03-3501-0604